

STUDI PERBANDINGAN BAHAN BAKU UMBI SINGKONG DAN ILES-ILES UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL

Kusmiyati¹

Pusat Studi Energi Alternatif, Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
0271-717417 ext 442 / 0271-715448, E-mail rahmadini2009@yahoo.com

Abstrak

*Bioetanol selama ini diproduksi dengan bahan baku yang digunakan sebagai bahan pangan seperti gula dan singkong. Hal ini perlu dikaji, karena dapat menimbulkan lonjakan harga dan krisis bahan baku tersebut. Oleh karena itu perlu diversifikasi bahan baku menggunakan bahan non pangan seperti umbi iles-iles yang memiliki kandungan pati 71,12% tidak jauh berbeda dengan kadar pati singkong (83,47%). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh bahan baku umbi singkong dan iles-iles untuk pembuatan bioetanol dan mempelajari pengaruh variabel konsentrasi substrat, pH dan waktu fermentasi. Kadar glukosa dianalisis dengan metode Nelson-Somogy sedangkan kadar etanol dianalisa menggunakan GC tipe 6890 N (Agilent Technologies Inc, USA) dengan detektor FID. Pembuatan bioetanol dari umbi meliputi tiga tahapan menggunakan enzim berturut-turut α -amilase, β -glucosidase dan *S.cerevisiae*. Hasil hidrolisa selama 40 jam menunjukkan kadar glukosa singkong lebih besar dari iles-iles yaitu 33,431gr/L dan 16,175gr/L. Hasil fermentasi (rasio umbi dan air 1:4 selama 72 jam) menunjukkan kadar etanol dari singkong lebih besar dari iles-iles berturut-turut 69,81 gr/L dan 53,49gr/L. Pengaruh variasi pH menunjukkan kedua umbi singkong dan iles-iles menghasilkan etanol optimum pH 5.5 dimana didapatkan etanol singkong sebesar 60.85gr/L dan iles-iles 52.61gr/L. Dari hasil penelitian tersebut iles-iles berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol, karena menghasilkan bioetanol yang mendekati singkong*

Kata kunci: Bioetanol; Energi alternatif; Iles-iles; Singkong.

1. Pendahuluan

Kelangkaan minyak tanah merupakan salah satu permasalahan yang timbul akibat krisis bahan bakar fosil (Greene *et al.*, 2004). Permasalahan ini mendorong pemerintah mengeluarkan kebijakan baru dengan beralih menggunakan bahan bakar lain seperti gas elpiji. Namun banyak yang menilai bahwa kebijakan ini kurang ekonomis bagi sebagian masyarakat khususnya dipedesaan, sehingga mereka cenderung memanfaatkan bahan alam seperti kayu untuk digunakan sebagai bahan bakar. Penggunaan kayu bakar sebagai pengganti minyak tanah dalam jumlah besar merupakan salah satu ancaman yang nyata bagi kelestarian lingkungan terutama hutan. Upaya untuk mengurangi krisis energi dilakukan dengan mengembangkan energi alternatif, salah satunya bioetanol sebagai pengganti minyak tanah dan kayu bakar. Para peneliti menyimpulkan bahwa bioetanol tidak menimbulkan efek rumah kaca seperti bahan bakar dari fosil karena gas berbahaya seperti CO₂ berkurang 22% (Milan, 2005). Bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku yang mengandung gula, pati ataupun selulosa. Proses paling sederhana dan sudah banyak dilakukan di industri bioetanol di Indonesia adalah dengan menggunakan metode fermentasi berbahan baku dari tetes tebu (hasil samping pabrik gula). Namun akhir-akhir kenaikan harga tetes tebu di dunia, menyebabkan Indonesia mengeksport tetes tebu ke luar negeri, sehingga terjadi penurunan produksi bioetanol. Hal ini perlu diatasi dengan menggunakan bahan baku berpati dan berselulosa. Untuk menghidrolisis bahan selulosa menjadi gula diperlukan teknologi yang mutakhir karena bahan berselulosa sulit dihidrolisa menjadi gula yang bisa difermentasi menjadi etanol (Purwadi dan Taherzadeh, 2008).

Potensi Indonesia yang memiliki sumber daya pertanian yang melimpah seperti umbi-umbian merupakan faktor pendukung untuk produksi bioetanol. Singkong merupakan komoditas hasil pertanian yang banyak ditanam di Indonesia dan merupakan sumber karbohidrat yang tinggi setelah beras, dimana kandungan karbohidrat mencapai 98.4% (Osunsami *et al.*, 1988) sehingga banyak dimanfaatkan secara ekonomi, yaitu

sebagai bahan baku pangan maupun bahan baku bioetanol. Penggunaan singkong untuk produksi bioetanol dapat mempengaruhi ketersediaan bahan pangan sehingga perlu diversifikasi bahan baku menggunakan umbi-iles-iles.

Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan umbi yang ketersediaannya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga tidak mempunyai nilai ekonomi tinggi. Iles-iles merupakan tanaman yang mengandung karbohidrat cukup tinggi yaitu 70-85% (Litbang Dinas Pertanian, 2009; Kusmiyati, 2009), diketahui juga mengandung glukomanan tertinggi di antara jenis *Amorphophallus* lainnya di Indonesia (Sumarwoto, 2004). Namun selama ini umbi iles-iles belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan makanan karena sifat getahnya menyebabkan gatal-gatal. Menurut Imelda dkk (2007) tanaman iles-iles mudah dikembangbiakan baik secara generatif menggunakan biji, ataupun vegetatif menggunakan umbi, bulbil dan setek daun. Sedangkan untuk potensi di Jawa Tengah cukup melimpah dilihat dari luas lahan kehutanan yang dipakai mencapai 640.000 hektar (Dinas Pertanian, 2009), maka jika produksi umbi iles-iles sebesar 30-40 ton/hektar dapat dihasilkan 25,6 juta ton umbi iles-iles.

Umbi iles-iles kurang dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Oleh karena itu akan sangat menguntungkan apabila dapat mengubah umbi iles-iles menjadi suatu produk yang mempunyai nilai guna salah satunya dengan untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh bahan baku umbi singkong dan umbi iles-iles sebagai bahan baku pembuatan bioetanol serta mempelajari pengaruh variabel konsentrasi substrat dan pH terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Maka dalam percobaan ini, dilakukan studi perbandingan antara umbi singkong dan iles-iles dalam menghasilkan glukosa dengan metode hidrolisis menggunakan enzim α -amilase dan β -glucosidase serta fermentasi menggunakan biakan *S. cerevisiae* dengan meneliti pengaruh pH, konsentrasi substrat untuk mendapatkan produksi etanol yang optimum.

2. Bahan dan Alat

Bahan penelitian ini adalah umbi singkong diperoleh dari pasar tradisional sedangkan umbi iles-iles didapatkan dari Wonogiri. Enzim α -amilase, β -glucosidase berasal dari Genencor-Danisco (USA). *S. cerevisiae* diperoleh dari lab. Biologi UNAIR. Bahan kimia yang digunakan meliputi HCl, NaOH, urea, dan DAP (Merck, Germany). Peralatan laboratorium yang dibutuhkan untuk pengembangan enzim meliputi, *laminary air flow* (AFC 4A1, Esco Technologies Inc, Singapore), autoclave (Sterilizer 25X New 220 V, Memmert, USA), inkubator (UNE 600, Memmert, Jerman) dan *rotary shaker* (Promax 2020, Heidolph, Jerman) digunakan untuk inkubasi enzim, sentrifuse untuk pemisahan cairan fermentasi. Analisis etanol menggunakan kromatografi gas, selain itu juga dibutuhkan peralatan gelas dan peralatan tambahan serta bahan-bahan lainnya untuk analisa kadar glukosa dengan metode *Nelson-Somogy*.

Persiapan sampel

Umbi iles-iles dikupas, dicuci, dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dibawah sinar matahari sampai 3 hari sehingga kadar air maksimal 10 %. Setelah itu umbi dihaluskan dan diayak (kurang lebih 40 mesh) sehingga ukuran partikel yang didapatkan lebih seragam. Kemudian tepung iles-iles disimpan ditempat kering dan bisa digunakan dalam waktu lama. Proses yang sama juga dilakukan pada pembuatan tepung umbi singkong.

Stock biakan *saccharomyces cerevisiae*

Biakan murni *S. cerevisiae* dikembangbiakkan pada agar miring (media PGY) yang telah disterilisasi pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Media PGY (Peptone Glukose Yeast) dibuat dengan mencampurkan yeast ekstrak, pentone, malt dan agar-agar yang dilarutkan dalam aquadest. Stock biakan diinkubasi selama 2-3 hari pada suhu 28°C.

Proses produksi enzim

S. cerevisiae dari stok biakan kemudian diinokulasikan kedalam media cair yang berisi $(\text{NH}_2\text{HPO}_4$, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, yeast ekstrak. Setelah itu diinkubasi dengan *rotary shaker* berkecepatan 150 rpm pada suhu 30°C selama 24 jam. Proses yang sama dengan pembiakan prekulturr dilakukan untuk membiakkan *main culture* dengan volume media cair yang lebih besar yaitu Enzim yang terbentuk digunakan dalam proses fermentasi.

Proses produksi bioetanol

Tahap awal adalah liquifikasi, pertama melarutkan tepung umbi singkong sebanyak 1 kg ke dalam air dengan perbandingan (1:3,5; 1:4; 1:4,5; 1:5) kemudian ditambahkan enzim α -amilase. Proses ini dilakukan dengan mengaduk umbi dengan kecepatan 250 rpm selama 4 jam sampai menjadi bubur pada suhu 100°C. Dilanjutkan proses hidrolisis menggunakan enzim β -glucosidase, pH 4 selama 40 jam. Glukosa yang dihasilkan dalam proses hidrolisis dianalisa dengan metode *Nelson-Somogy* (Sudarmaji dkk., 1984).

Glukosa yang telah dihasilkan dari sakarifikasi kemudian difermentasi menggunakan yeast *S. cerevisiae* dengan konsentrasi 10% (v/v) dengan ditambahkan DAP dan urea serta NaOH agar pH menjadi 6. Proses ini berlangsung selama 72 jam, kadar etanol yang dihasilkan dapat diketahui dari analisa dengan GC dimana pengambilan sampel dilakukan pada jam ke 2, 8, 12, 24 dan 72.

Penentuan kadar air

Cawan Petri dikeringkan dalam oven (105°C) selama ± 1 jam, lalu didinginkan dalam desikator dan ditimbang (A). Sampel umbi (iles-iles dan singkong) ditimbang sebanyak 3 gr (B). Setelah itu cawan berisi sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetap (C). Kadar air dapat dihitung dengan rumus (AOAC, 1984).

$$\frac{(A + B) - C \times 100\%}{C} \quad (1)$$

Penentuan kadar pati

Umbi iles-iles sebanyak 5 gr dilarutkan dalam 50 ml aquadest dan ditambahkan HCl dan ditutup dengan pendingin balik dan memanaskan di atas pemanas air sampai mendidih selama 2,5 jam. Setelah dingin, kemudian dinetralkan dengan larutan NaOH dan diencerkan sampai volume 500 ml. Sampel dititrasi dengan larutan Fehling (Sudarmaji *dkk*, 1984).

Analisis gula reduksi

Kadar gula reduksi dianalisa dengan metode *Nelson-Somogy*. Pertama membuat larutan standart natrium tiosulfat 0,1 M yaitu dengan melarutkan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ke dalam aquadest dan dididihkan selama 5 menit. Membuat larutan reagen cooper dengan cara mencampur beberapa larutan yaitu Na_2SO_4 dan KI, larutan Na_2CO_3 , larutan $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, larutan NaOH, larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan larutan KIO_3 kemudian reagen cooper ini disimpan dalam botol gelap. Reagen cooper distandarisasi dengan larutan induk natrium tiosulfat 0,005 M yang diambil dari larutan induk tiosulfat. Untuk menganalisis kadar glukosa dalam sampel, larutan reagen cooper ditambah dengan 1 ml sampel kemudian dididihkan pada suhu 95°C selama 30 menit. Kemudian ditambahkan H_2SO_4 . Selanjutnya sampel dititrasi menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan indikator amilum, titik TAT tercapai pada saat terjadi perubahan warna biru menjadi jernih. Setiap analisa kadar glukosa sampel dilakukan secara duplo (Sudarmaji *dkk*, 1984).

Penentuan konsentrasi etanol

Untuk menganalisis kadar etanol, sampel cairan fermentasi disentrifuse dengan kecepatan 6000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan supernatan dan pelet. Supernatan sampel diambil sebanyak 1 μL dan diinjeksikan ke kolom kromatografi gas (6890 N, Agilent Technologies Inc, USA) dilengkapi detektor FID. Pengaturan temperatur kolom pada suhu 200°C dan gas pembawa menggunakan N_2 (40 ml/menit). Kecepatan laju alir gas antara lain H_2 40 ml/menit dan O_2 500 ml/menit. Tiap sampel dianalisis secara duplo

3. Hasil Dan Pembahasan

Persentase kandungan bahan yang terdapat pada umbi iles-iles berbeda dari singkong, dari hasil analisis didapatkan bahwa kandungan gula total umbi iles-iles cukup besar yaitu 73,43% sedangkan singkong 86,42%. Perbandingan kandungan bahan lain yang terdapat pada umbi iles-iles dan singkong dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan kandungan bahan yang terdapat pada umbi iles-iles dan singkong.

Kandungan	Persentase (%)		
	Iles-iles		Singkong
	Basah	Kering	
Selulosa	1,67	8,54	-
Hemiselulosa	10,5	43,3	-
Lignin	0,597	5,85	-
Sukrosa	1,35	-	-
Air	82,82	-	62,50
Gula total	-	73,43	86,42
Pati	-	71,25	83,47

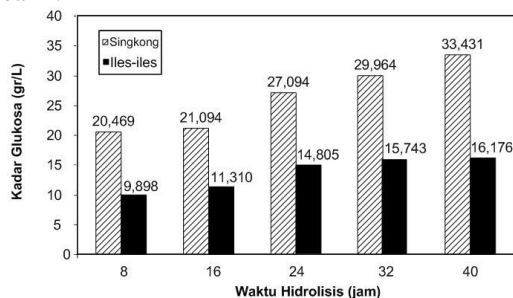
Dari Tabel 1 terlihat bahwa umbi iles-iles kering memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin cukup tinggi, berturut-turut yaitu 8,54% 43,3% dan 5,85%. Namun pada kondisi basah kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin pada umbi iles-iles lebih rendah yaitu 1,67%, 10,5% dan 0,597%. Pati yang terkandung pada umbi iles-iles sebesar 71,25%, sedangkan pada singkong lebih besar yaitu mencapai 83,47%. Pati merupakan senyawa polisakarida yang terdiri atas amilosa dan amilopektin (Campbell *et al.*, 2000) Kandungan pati pada umbi iles-iles yang cukup tinggi, maka umbi dapat dikonversi menjadi etanol dengan menggunakan enzim amilase yang akan memecah monomer-monomer monosakarida pada pati menjadi glukosa. Setelah itu digunakan yeast *S.cerevisiae* untuk memecah glukosa menjadi etanol.

Secara umum produksi bioetanol yang berasal dari biomassa terdiri dari dua proses utama, yaitu hidrolisis dan fermentasi. Hidrolisis adalah suatu proses kimia yang menggunakan H_2O sebagai pemecah suatu persenyawaan (Kuswuri, 2008). Reaksi antara air dan pati ini berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Dalam proses hidrolisa sering digunakan larutan asam, untuk mempercepat proses hidrolisa namun dalam percobaan ini proses hidrolisa dilakukan secara biologis dengan menggunakan enzim. Enzim merupakan protein yang bersifat katalis, sehingga sering disebut biokatalis.

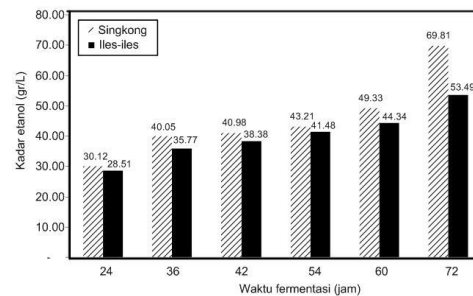
Enzim memiliki kemampuan mengaktifkan senyawa lain secara spesifik dan dapat meningkatkan kecepatan reaksi kimia yang akan berlangsung lama apabila tidak menggunakan enzim (Sun dan Cheng, 2002). Enzim yang digunakan dalam penelitian ini adalah enzim α -amilase dan β -glucosidase. Enzim α -amilase berperan menghidrolisis ikatan α -1,4-glukosida secara spesifik, enzim ini berkerja pada pH 5,7 dan suhu 95°C. Enzim amilase tidak dapat memecah ikatan pati secara sempurna sehingga selama proses liquifikasi akan dihasilkan dekstrin dengan rantai sepanjang 6-10 unit (Schoonees, 2004). Hasil liquifikasi kemudian diteruskan oleh β -glucosidase yang dapat menghidrolisis ikatan α -1,4-glukosida dan α -1,6-glukosida dengan suhu 60°C dan pH 4,2. Penambahan β -glucosidase dalam percobaan ini bertujuan untuk menghasilkan glukosa lebih banyak karena β -glucosidase dapat memutus ikatan pada pati yang belum terputus oleh penambahan α -amilase dengan menghasilkan β -glukosa yang mempunyai konfigurasi berlawanan dengan hasil hidrolisis oleh α -amilase, sehingga glukosa yang dihasilkan akan bertambah banyak atau melimpah (Thontowi *et al.*, 2007). Menurut Schoonees,(2004) hidrolisis menggunakan enzim menghasilkan kandungan gula pereduksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan hidrolisis asam.

Proses hidrolisa dilakukan selama 40 jam dengan suhu 60°C. Perbandingan kadar gula reduksi umbi singkong dan iles-iles dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil proses hidrolisis didapatkan bahwa singkong memiliki kandungan glukosa lebih tinggi dibandingkan umbi iles-iles. Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan metode *Nelson-Somogy*. Hidrolisis umbi iles-iles dan singkong dengan perbandingan bahan baku : air 1:4 menunjukkan bahwa kadar glukosa dipengaruhi oleh lamanya waktu hidrolisa, dimana kadar glukosa terbesar yang terbentuk pada waktu hidolisis selama 40 jam yaitu sebesar 33,431 gr/L untuk singkong dan 16,175 gr/L untuk iles-iles. Hal ini terjadi karena kandungan pati pada singkong lebih tinggi dibanding umbi iles-iles yaitu sebesar 83,4 % sehingga glukosa yang terkonversi lebih banyak. Diharapkan semakin besar hasil hidrolisis pati menjadi glukosa maka semakin besar pula etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi.

Setelah proses hidrolisis selanjutnya glukosa yang telah diperoleh dikonversi menjadi etanol melalui proses fermentasi. Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba dengan tujuan mengubah sifat bahan baku agar dihasilkan suatu produk. Dalam penelitian ini proses fermentasi menggunakan *S.cerevisiae*. Mikrobia ini paling banyak digunakan pada fermentasi alkohol karena tahan terhadap kadar alkohol yang tinggi, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan aktivitasnya pada suhu 4 – 32°C (Kartika *et.al.*,1992). Perbandingan kadar etanol dari hasil fermentasi umbi iles-iles dan singkong dapat dilihat pada Gambar 2.



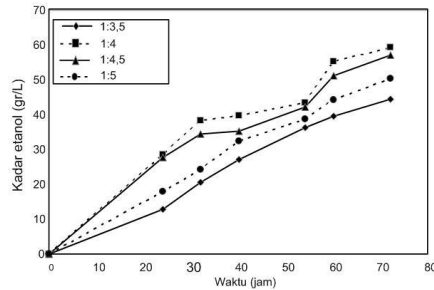
Gambar 1. Diagram kadar gula reduksi pada umbi iles-iles dan umbi singkong



Gambar 2. Diagram kadar etanol pada umbi iles-iles dan umbi singkong.

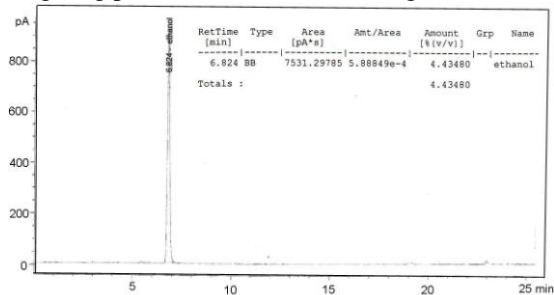
Dari hasil analisa menunjukkan bahwa umbi singkong menghasilkan etanol lebih tinggi daripada umbi iles-iles. Fermentasi selama 72 jam menggunakan *S.cerevisiae* menghasilkan etanol tertinggi, untuk umbi iles-iles dan umbi singkong berturut-turut yaitu sebesar 53,49 gr/L dan 69,81 gr/L. Pembentukan etanol dipengaruhi oleh waktu, dimana semakin lama waktu fermentasi kadar etanol yang dihasilkan akan semakin besar. Pada jam ke-24 kadar etanol masing-masing umbi cenderung kecil yaitu 30,12 gr/L untuk umbi singkong dan umbi iles-iles 28,51 gr/L. Namun semakin panjang waktu fermentasi maka produksi etanol meningkat karena waktu yang digunakan untuk konversi glukosa oleh *S.cerevisiae* lebih panjang, sehingga menghasilkan kadar etanol yang semakin meningkat. Hal ini terlihat pada waktu fermentasi 54 jam, dimana etanol yang dihasilkan untuk umbi singkong dan umbi iles-iles berturut-turut 43,21 gr/L dan 41,48 gr/L.

Konsentrasi substrat sangat berpengaruh terhadap produksi etanol yang dihasilkan, maka untuk mengetahui pengaruh konsentrasi substrat umbi iles-iles terhadap produksi etanol yang dihasilkan maka dilakukan variasi penambahan air (1:3,5; 1:4; 1:4,5; 1:5). Kadar etanol yang dihasilkan dianalisa dengan metode kromatografi gas. Pengaruh variasi air dan bahan baku terhadap etanol dapat dilihat pada Gambar 3. Dari hasil analisa didapatkan bahwa kadar etanol terbesar diperoleh dari perbandingan bahan baku: air 1:4 yaitu dengan kadar etanol 59,36 gr/L. Perbandingan bahan baku dan air yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat, karena bila air terlalu sedikit maka memperlambat jalannya reaksi. Menurut Nowak (2000) pada konsentrasi substrat yang terlalu tinggi (air sedikit) maka jumlah oksigen terlarut sedikit padahal oksigen dibutuhkan oleh *S.cerevisiae* untuk menjaga kehidupan selama proses fermentasi

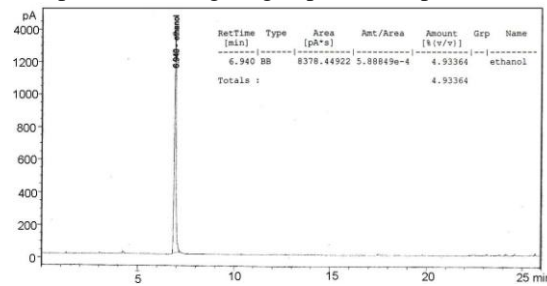


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi substrat umbi iles-iles terhadap kadar etanol, dengan konsentrasi yeast 10% (v/v) pH 5,5

Kadar etanol hasil fermentasi dianalisis menggunakan Kromatografi Gas. (GC). Gambar 4 memperlihatkan profil kromatogram etanol hasil fermentasi selama 60 jam. Hasil analisis umbi iles-iles dengan GC memperlihatkan bahwa senyawa etanol muncul pada waktu retensi 6,929 menit, sedangkan pada umbi singkong pada 6,940 menit. Kromatogram hasil analisis GC pada umbi singkong dapat dilihat pada Gambar 5.



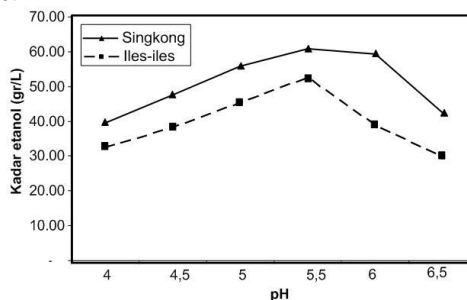
Gambar 4. Kromatogram GC hasil fermentasi umbi iles-iles selama 60 jam dengan pH 4,5



Gambar 5. Kromatogram GC hasil fermentasi umbi singkong selama 60 jam pH 4,5.

Dari hasil analisis menggunakan GC didapatkan bahwa kadar etanol umbi iles-iles dengan konsentrasi glukosa awal fermentasi 10%, terbentuk etanol sebesar 44,4 gr/L sedangkan singkong 49,3 gr/L. Tinggi rendahnya etanol ditentukan oleh aktifitas yeast dengan substrat gula yang terfermentasi, menurut Fessenden dan Fessenden (1997), dari satu molekul glukosa akan terbentuk dua molekul etanol dan karbondioksida. Konsentrasi glukosa yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan yeast terhambat sehingga hasil kadar etanol sedikit.

Etanol terbentuk karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam perombakan substrat kompleks. Pertumbuhan yeast tersebut sangat dipengaruhi oleh pH, karena bila pH tidak yeast tidak dapat tumbuh dengan maksimum akan menyebabkan kematian yang akhirnya menurunkan hasil etanol. Pengaruh pH terhadap kadar etanol dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengaruh pH dalam produksi etanol

Produksi bioetanol dipengaruhi oleh kondisi asam-basa. Menurut Liu dan Shen (2008) kondisi asam-basa yang optimal mampu meningkatkan produksi bioetanol dalam proses fermentasi karena kondisi asam-basa berkaitan dengan interaksi enzim dan bahan baku. Derajat keasaman akan mempengaruhi kecepatan fermentasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dimana proses fermentasi dengan bahan baku singkong pada pH 5,5 menghasilkan bioetanol tertinggi yaitu 60.85 gr/L, sedangkan pH 4 menghasilkan konsentrasi etanol paling rendah yaitu 39.57gr/L. Untuk umbi iles-iles kadar maksimal etanol dihasilkan pada pH 5,5 dimana diperoleh kadar etanol sebesar 52.61 gr/L Hasil yang diperoleh membuktikan pada kondisi asam kerja enzim *S. cerevisiae* meningkatkan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wilkins *et al* (2007) dimana hasil etanol akan meningkat pada pH 5 dan 5,5 dan akan menurun pada pH 4, 4,5. Kondisi optimum adalah dari pH 5 sampai 5,2. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Liu dan Shen (2008), bahwa pH asam merupakan salah satu parameter penting yang dapat meningkatkan produksi etanol dalam proses fermentasi dengan enzim *S. cerevisiae*.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dengan waktu hidrolisis selama 40 jam umbi iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki kandungan glukosa sebesar 16,175 gr/L dan singkong 33,431 gr/L. Selain itu kadar etanol dengan waktu fermentasi 60 jam pada umbi iles-iles sebesar 44,4 gr/L, hal ini tidak berbeda jauh dari kadar etanol yang dihasilkan dari singkong yaitu 49,3 gr/L. Konsentrasi substrat dan derajat keasaman akan mempengaruhi kecepatan fermentasi, dalam penelitian ini kadar etanol optimum didapatkan pada perbandingan 1:4 dan pH 5,5. dari hasil yang didapatkan maka umbi iles-iles berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku untuk produksi bioetanol.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DP2M DIKTI atas bantuan Dana Hibah Penelitian tahun anggaran 2010. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Agnes H, Agus Nur Arifin, Hesthi Chandra P, Diani Mentari, Ina Istiqomah dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Association of Official Analysis Chemis [AOAC]. 1984, "Official Methods of Analysis of the Aoac". Gaithersburg, United States: AOAC International.
- Campbell N.A., Reece L.G., Mitchell G. 2000, "Biologi", Edisi kelima Erlangga: Jakarta.
- Dinas Pertanian, 2009, <http://www.deptan.go.id>
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S., 1997, "Dasar- Dasar Kimia Organik", Jakarta : Binarupa Aksara
- Greene D.L., Hopson J.L., Li. J. 2004, "Running out of and into Oil-Analyzing global Oil depleting and Transition through 2050", *Energy and Enviromental Concerns*. page : 1-9.
- Imelda M, Wulansari A, Poerba Y.S. 2008, "Regenerasi Tunas dari Kultur Tangkai Daun Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume)", *Biodiversitas*, Vol 9 (3).
- Kartika B., Guritno A.D., Purwadi D., Ismoyowati D. 1992, "Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian", PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Kusmiyati. 2009, "Pemanfaatan umbi iles-iles sebagai bahan baku bioetanol untuk bahan bakar alternatif di pedesaan", Laporan kegiatan fasilitas pelaksanaan Riset Unggulan Daerah. LPPM UMS Surakarta.
- Kuswuri R. 2008, "Sugar Technology and Research" : Proses hidrolisis dan aplikasinya di industri. <http://www.risvank.com/?tag=hidrolisis> [April, 2010]
- Liu R and Shen F. 2007, "Impacts of main factors on bioethanol fermentation from stalk juice of sweet sorghum by immobilizes *Saccharomyces cerevisiae* (CICC 1308)", *Bioresource Technology*, Vol 99 : 847-854
- Milan J. M. 2005, "Bioethanol Production : Status and Prospects". *Journal of the Science of food and Agriculture*. Vol. 10, 42-56.
- Nowak, J. (2000), "Ethanol Yield and Productivity of *Zymomonas mobilis* in Various Fermentation Methods. Electronic". *Journal of Polish Agricultural Universities*. Seri Food Science and Technology, Vol 3(2)
- Osunsami A.T., Akingbala J.O., dan Oguntimein G.B. 1988. "Effect of Storage on Starch Content and Modification of Cassava Starch. Faculty of Technology", University of Ibadan, Department of Food Technology, Ibadan, Nigeria.
- Purwardi R., dan Taherzadeh M.J. 2008, "The performace of serial bioreactors in rapid continuous production of ethanol from dilute-acid hydrolyzates using immobilized cells", Vol 99 (7) :2226-2233.
- Schoonees B.M. 2004, "Starch hydrolysis using (α -amylase: a laboratory evaluation using response surface methodology". *Proc S Afr Sug Technol Ass*. Sugar Milling Research Institute, University of KwaZulu-Natal, Durban, 4041, South Africa.
- Sudarmaji S, Haryono B, Suhardi. 1984, "Prosedur Analisa untuk bahan makanan Pertanian", Edisi ke 3. Liberty:Yogyakarta.
- Sumarwoto. 2005, Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya, *Biodiversitas*, Vol 6 (3) : 185-190 ISSN: 1412-033X
- Sun Y, Cheng J. 2002, Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production : a review, *Bioresource Technology*, Vol 83
- Thontowi A, Kusmiati, Nuswantara S. 2007, "Produksi β -Glukan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media dengan Sumber Nitrogen Berbeda pada Air-Lift Fermentor", *Biodiversitas*, Vol 8 (4) : 253-256. ISSN: 1412-033X
- Wilkins M.R., Widmer W, Grohmann K. 2007, Simultaneous saccharification and fermentation of citrus peel waste by *Saccharomyces cerevisiae* to produce ethanol, *Process Biochemistry*, Vol 42. : 1614-1619